

DOCKET NO.: TAK-0397

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re Application of:

Koji Ohtsuka, Junji Sato, Tetsuji Moku, and
Masahiro Sato

Confirmation No.: 4915

Application No.: 10/813,488

Group Art Unit: 2814

Filed: Theresa T.

Examiner: Doan

For: COMPOUND SEMICONDUCTOR SUBSTRATES AND METHOD OF
FABRICATION

EXPRESS MAIL LABEL NO: EL969194169US

DATE OF DEPOSIT: April 1, 2005

PLACE EXPRESS MAIL LABEL
PEEL OFF STICKER HERE

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY APPLICATION
PURSUANT TO 37 CFR § 1.55**

Attached please find the certified copy/copies of the foreign application from which
priority is claimed for this case:

Country:	Application No.:	Filing Date:
Japan	2003-143328	May 21, 2003

- ☒ The fee of \$130.00 for entry of late priority documents is enclosed herewith. Please charge any deficiency or credit any overpayment to Deposit Account No. 23-3050.
- ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge payment of the above fees associated with this communication or credit any overpayment to Deposit Account No. 23-3050. This sheet is attached in duplicate.

DOCKET NO.: TAK-0397

Date: April 1, 2005

Woodcock Washburn LLP
One Liberty Place - 46th Floor
Philadelphia PA 19103
Telephone: (215) 568-3100
Facsimile: (215) 568-3439



PATENT

Vincent J. Roccia
Registration No. 43,887

© 2005 WW



(TRANSLATION)
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application : May 21, 2003

Application Number : Japanese Patent Application
No. 2003-143328

[ST. 10/C]: [JP2003-143328]

Applicant (s) : SANKEN ELECTRIC CO., LTD.

April 13, 2004

Commissioner,
Patent Office

Yasuo Imai

Application certificate
No.2004-3012013

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 5 月 2 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 4 3 3 2 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 4 3 3 2 8]

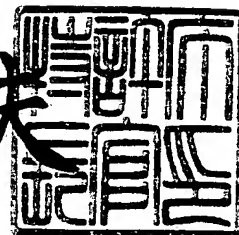
出 願 人
Applicant(s): サンケン電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 4 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 0 1 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 T0309

【提出日】 平成15年 5月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 大塚 康二

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 佐藤 純治

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 空 哲次

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 田嶋 未来雄

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 佐藤 雅裕

【特許出願人】

【識別番号】 000106276

【氏名又は名称】 サンケン電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072154

【住所又は居所】 東京都新宿区百人町 2 - 5 - 8 科研ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 高野 則次

【電話番号】 03-3362-0032

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 059754

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702387

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 3 年度新エネルギー・産業技術総合開発機構基盤技術研究促進事業に係る委託研究、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体基体及びこの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 化合物半導体装置のための半導体基体の製造方法であって、
化合物半導体をエピタキシャル成長させることが可能な基板を用意する工程と

、
前記基板の表面上に化合物半導体をエピタキシャル成長させて転位を含む可能性を有するバッファ領域を得る工程と、

前記バッファ領域の表面上に前記バッファ領域と異なる化合物半導体をエピタキシャル成長させ、前記バッファ領域の表面よりも平坦性の悪い表面を有し且つその表面に転位の延びる方向を屈折させることができる多数の突出部を有している転位屈折領域を得る工程と、

前記転位屈折領域の表面上に前記転位屈折領域と異なる化合物半導体をエピタキシャル成長させ、前記転位屈折領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記転位屈折領域よりも転位密度が小さい表面部分を有している平坦化領域を得る工程とを備えていることを特徴とする半導体基体の製造方法。

【請求項 2】 化合物半導体装置のための半導体基体であって、
化合物半導体をエピタキシャル成長させることが可能な基板と、

前記基板の表面上にエピタキシャル成長された化合物半導体から成り且つ転位を含んでいるバッファ領域と、

前記バッファ領域と異なる化合物半導体のエピタキシャル成長で前記バッファ領域の表面上に配置され且つ転位を含み且つ前記バッファ領域の表面よりも平坦性の悪い表面を有し且つその表面に転位の延びる方向を屈折させることができる多数の突出部を有している転位屈折領域と、

前記転位屈折領域と異なる化合物半導体のエピタキシャル成長で前記転位屈折領域の表面上に配置され且つ前記転位屈折領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記転位屈折領域よりも転位密度が小さい表面部分を有している平坦化領域とを備えていることを特徴とする半導体基体。

【請求項 3】 前記基板は導電型決定不純物を含み且つ導電性を有している

シリコンから成ることを特徴とする請求項 2 記載の半導体基体。

【請求項 4】 前記バッファ領域はアルミニウムを含む窒化物から成り、この窒化物はインジウムを含んでいないことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の半導体基体。

【請求項 5】 前記バッファ領域は、
前記基板上に配置されたアルミニウムを含む窒化物から成る第 1 の層と、
前記第 1 の層の上に配置されたガリウムを含む窒化物から成る第 2 の層と
から成り、前記第 1 及び第 2 の層はインジウムを含んでいないことを特徴とする
請求項 2 又は 3 記載の半導体基体。

【請求項 6】 前記バッファ領域は、
アルミニウムを含む窒化物から成る複数の第 1 の層と、
ガリウムを含む窒化物から成る複数の第 2 の層と
を有し、前記第 1 及び第 2 の層が交互に配置され、且つ前記第 1 及び第 2 の層は
インジウムを含んでいないことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の半導体基体。

【請求項 7】 前記バッファ領域は、前記基板の主面に配置された第 1 のバッファ領域と、前記第 1 のバッファ領域の上に配置された第 2 のバッファ領域とから成り、

前記第 1 のバッファ領域は、アルミニウムを含む窒化物から成る複数の第 1 の層とガリウムを含む窒化物から成る複数の第 2 の層とを有し、

前記第 1 及び第 2 の層は交互に配置され且つインジウムを含んでいないものであり、

前記第 2 のバッファ領域は、ガリウムを含む窒化物から成り且つインジウムを含んでいないものであることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の半導体基体。

【請求項 8】 前記転位屈折領域は、インジウムを含む窒化物から成ることを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれかに記載の半導体基体。

【請求項 9】 前記転位屈折領域は、
第 1 の割合でインジウムを含む窒化物から成る複数の第 1 の層と、
前記第 1 の割合よりも大きい第 2 の割合でインジウムを含む窒化物から成る複数の第 2 の層と

から成り、前記第 1 及び第 2 の層は交互配置されていることを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれかに記載の半導体基体。

【請求項 10】 前記平坦化領域は、インジウムを含まない窒化物から成ることを特徴とする請求項 2 乃至 9 のいずれかに記載の半導体基体。

【請求項 11】 平坦化領域は、
アルミニウムを含む窒化物から成る複数の第 1 の層と、
ガリウムを含む窒化物から成る複数の第 2 の層と
から成り、前記第 1 及び第 2 の層は交互に配置され且つインジウムを含まないことを特徴とする請求項 2 乃至 9 のいずれかに記載の半導体基体。

【請求項 12】 化合物半導体装置のための半導体基体であって、
シリコン又はシリコン化合物から成る基板と、
インジウムを含まない窒化物のエピタキシャル成長で前記基板の表面上に形成された第 1 の半導体領域と、
インジウムを含む窒化物のエピタキシャル成長で第 1 の半導体領域の表面上に形成され第 2 の半導体領域と、
インジウムを含まない窒化物のエピタキシャル成長で前記第 2 の半導体領域の表面上に形成され且つ第 2 の半導体領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記第 2 の半導体領域よりも転位密度が小さい表面部分を有している第 3 の半導体領域とを備えていることを特徴とする半導体基体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光ダイオード（LED）、ヘテロ接合トランジスタ等の窒化物系化合物半導体装置に使用される半導体基体、及びこの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献 1】 特開 2001-313421 号公報

GaN、GaAlN、GaInN、AlGaInN等の窒化物系化合物半導体装置を構成するために、シリコン基板の上にバッファ層を介して窒化物系化合物

半導体領域を形成することは前記特許文献1等で公知である。

【0003】

図1は従来技術に従って形成された半導体基体を概略的に示す。この半導体基体は、シリコン基板1と、この基板1上にエピタキシャル成長された例えば窒化アルミニウム（AlN）から成るバッファ層2と、このバッファ層2の上にエピタキシャル成長された例えば窒化ガリウム（GaN）から成る窒化物半導体層3とから成る。発光ダイオードを形成する時には、窒化物半導体層3の上に周知の発光層等が形成される。また、ヘテロ接合トランジスタ等の制御可能な半導体素子を形成する時には窒化物半導体層3の上に制御可能な半導体素子のための半導体領域を形成する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、シリコン基板1とバッファ層2とはヘテロ接合されているので、両者間に格子不整合、熱不整合が生じる。このため、バッファ層2に図1で点線で説明的に示すように多数の転位4が生じる。この転位4は基板1の主面に対して垂直方向に延び、窒化物半導体層3にも引き継がれる。窒化物半導体層3の転位密度は $5 \times 10^{10} / \text{cm}^2$ 以上となり、半導体装置の性能を低下させる。例えば、発光ダイオードの場合には、転位が発光層まで引き継がれ、非発光の再結合中心として機能し、発光効率を低下させる。また、HEMT等の制御可能な半導体素子が形成されている半導体領域に含まれている転位は、転位に捕獲された電子によりキャリアが散乱し、キャリアの移動度を低下させる。また、半導体素子が形成されている半導体領域の表面まで転位が延びている場合には、表面に形成される電極の材料の異常拡散が生じ、耐圧低下を招く恐れがある。

【0005】

そこで、本発明の目的は、転位を低減することができる半導体基体及びその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し、上記目的を達成するための本発明は、化合物半導体装置の

ための半導体基体の製造方法であって、

化合物半導体をエピタキシャル成長させることが可能な基板を用意する工程と

、
前記基板の表面上に化合物半導体をエピタキシャル成長させて転位を含む可能性を有するバッファ領域を得る工程と、

前記バッファ領域の表面上に前記バッファ領域と異なる化合物半導体をエピタキシャル成長させ、前記バッファ領域の表面よりも平坦性の悪い表面を有し且つその表面に転位の延びる方向を屈折させることができる多数の突出部を有している転位屈折領域を得る工程と、

前記転位屈折領域の表面上に前記転位屈折領域と異なる化合物半導体をエピタキシャル成長させ、前記転位屈折領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記転位屈折領域よりも転位密度が小さい表面部分を有している平坦化領域を得る工程とを備えていることを特徴とする半導体基体の製造方法に係わるものである。

本願の物の発明は、化合物半導体装置のための半導体基体であって、

化合物半導体をエピタキシャル成長させることが可能な基板と、

前記基板の表面上にエピタキシャル成長された化合物半導体から成り且つ転位を含んでいるバッファ領域と、

前記バッファ領域と異なる化合物半導体のエピタキシャル成長で前記バッファ領域の表面上に配置され且つ転位を含み且つ前記バッファ領域の表面よりも平坦性の悪い表面を有し且つその表面に転位の延びる方向を屈折させることができる多数の突出部を有している転位屈折領域と、

前記転位屈折領域と異なる化合物半導体のエピタキシャル成長で前記転位屈折領域の表面上に配置され且つ前記転位屈折領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記転位屈折領域よりも転位密度が小さい表面部分を有している平坦化領域とを備えていることを特徴とする半導体基体に係わるものである。

【 0 0 0 7 】

なお、前記基板は、例えばシリコン、又はS i C等のシリコン化合物、又はサアフィア等で構成することができる。しかし、低コスト化及び導電性を考慮して請求項3に示すように、前記基板は導電型決定不純物を含み且つ導電性を有してい

るシリコンであることが望ましい。

また、請求項 4 に示すように、前記バッファ領域を、アルミニウムを含む窒化物、例えば AlN 、又は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、によって構成することができる。

また、請求項 5 に示すように、前記バッファ領域を、前記基板上に配置されたアルミニウムを含む窒化物、例えば AlN 、又は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成る第 1 の層と、前記第 1 の層の上に配置されたガリウムを含む窒化物、例えば GaN 、又は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 < y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成る第 2 の層とで構成することができる。

また、請求項 6 に示すように、前記バッファ領域を、アルミニウムを含む窒化物、例えば AlN 、又は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成る複数の第 1 の層と、ガリウムを含む窒化物、例えば GaN 、又は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 < y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成る複数の第 2 の層とを交互に配置した多層構造に構成することができる。

また、請求項 7 に示すように、前記バッファ領域を、多層構造の第 1 のバッファ領域と、この第 1 のバッファ領域の上に配置された単層構造の第 2 のバッファ領域とで構成することができる。この場合、前記第 1 のバッファ領域は、アルミニウムを含む窒化物、例えば AlN 、又は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成る複数の第 1 の層とガリウムを含む窒化物、例えば GaN 、又は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 < y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成る複数の第 2 の層とを交互に配置することによって構成する。また、第 2 のバッファ領域は、例えば GaN 、又は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 < y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成るガリウムを含む窒化物によって構成する。上述のいずれのバッファ領域もインジウムを含まないことが望ましい。

また、請求項 8 に示すように、前記転位屈折領域を、インジウムを含む窒化物、例えば $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、ここで x 、 y は $0 \leq x < 1$ 、 $0 < y < 1$ を満足する数値、で構成することが望ましい。

また、請求項 9 に示すように、前記転位屈折領域を、第 1 の割合でインジウムを含む窒化物、例えば $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、ここで x 、 y は $0 \leq x < 1$ 、 $0 < y < 1$ を

満足する数値、から成る複数の第1の層と、前記第1の割合よりも大きい第2の割合でインジウムを含む窒化物、例えば $\text{Al}_a\text{In}_b\text{Ga}_{1-a-b}\text{N}$ 、ここで a 、 b は $0 \leq a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、 $y < b$ を満足する数値、から成る複数の第2の層とを交互配置して構成することが望ましい。

また、請求項10に示すように、前記平坦化領域は、インジウムを含まない窒化物、例えば $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 \leq x < 1$ を満足する数値、であることが望ましい。

また、請求項11に示すように、前記平坦化領域を、アルミニウムを含む窒化物、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成る複数の第1の層と、ガリウムを含む窒化物、例えば GaN 、又は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 \leq y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成る複数の第2の層とを交互に配置して構成することが望ましい。上述のいずれの平坦化領域もインジウムを含まないことが望ましい。

また、請求項12に示すように、化合物半導体装置のための半導体基体を、シリコン又はシリコン化合物から成る基板と、

インジウムを含まない窒化物のエピタキシャル成長で前記基板の表面上に形成された第1の半導体領域と、

インジウムを含む窒化物のエピタキシャル成長で第1の半導体領域の表面上に形成され第2の半導体領域と、

インジウムを含まない窒化物のエピタキシャル成長で前記第2の半導体領域の表面上に形成され且つ第2の半導体領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記第2の半導体領域よりも転位密度が小さい表面部分を有している第3の半導体領域とで構成することができる。

また、前記バッファ領域、前記転位屈折領域及び前記平坦化領域は導電型決定不純物を含むものであることが望ましい。

また、転位屈折領域の突出部は $30\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$ の高さを有している六角錐状突出部であることが望ましい。

【0008】

【発明の効果】

本願の請求項 1～11 の発明に従う転位屈折領域の表面に、転位の延びる方向を屈折することができる多数の突出部が形成されている。転位が突出部で屈折すると、転位屈折領域の上に形成される平坦化領域に引き継がれる転位が減少する。従って、平坦化領域及びこの上に形成される半導体素子用半導体領域における転位密度が大幅に低減し、特性の良い半導体装置を提供することが可能になる。

また、請求項 12 の発明によっても転位密度を大幅に低減し、特性の良い半導体装置を提供することが可能になる。

【0009】

【第 1 の実施形態】

次に、図 2 を参照して本発明の第 1 の実施形態に従う窒化物系化合物半導体装置のための半導体基体及びその製造方法を説明する。

【0010】

図 2 に示す半導体基体 10 は、シリコン半導体基板 11 と、この半導体基板 11 の上に配置された格子緩和促進領域として機能するバッファ領域 12 と、このバッファ領域 12 上に配置された転位屈折領域 13 と、この転位屈折領域 13 の上に配置された平坦化領域 14 とから成る。発光ダイオード又は制御可能な半導体素子は平坦化領域 14 の上に形成される。なお、バッファ領域 12 をインジウムを含まない第 1 の半導体領域と呼び、転位屈折領域 13 をインジウムを含む第 2 の半導体領域又は第 2 バッファ領域又は転位抑制領域と呼び、また平坦化領域 14 をインジウムを含まない第 3 の半導体領域と呼ぶことができる。

【0011】

図 2 の半導体基体 10 を製造する時には、例えば約 $350\ \mu\text{m}$ の厚みを有するシリコン基板 11 を用意する。シリコン基板 11 は、半導体素子の電流通路として使用できるように、例えば $5 \times 10^{18}\ \text{cm}^{-3} \sim 5 \times 10^{19}\ \text{cm}^{-3}$ 程度の濃度で導電型決定不純物を含み、 $0.0001\ \Omega \cdot \text{cm} \sim 0.01\ \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の低い抵抗率を有する。また、エピタキシャル成長を良好に達成するために、シリコン基板 11 の主面 11s は、ミラー指数で示す結晶の面方位において (111) 面である。

【0012】

次に、シリコン基板 11 に対して HF 系のエッチング液によって水素終端処理を施す。

次に、基板 11 を周知の OMVPE (Organometallic Vapor Phase Epitaxy) 即ち有機金属気相成長装置の反応室に投入し、1150℃まで昇温する。次に、1150℃で10分間のサーマルクリーニングを行って、基板 11 の表面の酸化膜を取り除いた後、1100℃まで温度を下げて安定させた後に、TMA (トリメチルアルミニウム) を $50 \mu\text{mol}/\text{min}$ (20 cc) とシラン (SiH_4) を $20 \text{ nmol}/\text{min}$ (200 cc) とアンモニア $0.14 \text{ mol}/\text{min}$ (3 リットル) を流して AlN をエピタキシャル成長させ、例えば 300 オングストロームの厚みを有し且つシリコンがドーブされたバッファ領域 12 を形成する。このバッファ領域 12 には、点線で説明的に示すように多数の転位 15 が含まれている。この転位 15 は基板 11 の主面 11s に対して垂直方向に延びるように分布している。なお、シランは n 型不純物としてのシリコンをドーブするために使用されている。

【0013】

次に、反応室に対するアンモニア (NH_3) 以外の成長原料の供給を止めた後に、基板 11 の温度を 900℃まで下げ、TMI_n (トリメチルインジウム) を $95 \mu\text{mol}/\text{min}$ (200 cc) と、トリメチルガリウム (TMG) を $5.3 \mu\text{mol}/\text{min}$ (2.1 cc) と、アンモニア (NH_3) を $0.23 \text{ mol}/\text{min}$ (5 リットル) と、シラン (SiH_4) を $20 \text{ nmol}/\text{min}$ (200 cc) とを例えば 950 秒間流して、その表面に多数の凹凸即ち突出部 15 を持つ転位屈折領域 13 を例えば 100 nm の厚さに形成する。この第 1 の実施形態に従う転位屈折領域 13 は、化学式 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 < y < 1$ を満足する数値、における y の値を 0.15 としたものである窒化物半導体である。この転位屈折領域 13 は上記の窒化物半導体に限るものではなく例えば化学式 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、ここで x 、 y は $0 \leq x < 1$ 、 $0 < y < 1$ を満足する数値、で示すことができるインジウムを含む窒化物半導体とすることができる。この窒化物半導体において、 x を 0~0.5、 y を 0.01~0.5 とすることができる。図 2 の転位屈折領域 13 にはバッファ領域 12 の転位 15 を引き継いだ転位 15

’が含まれている。

【0014】

上述のように転位屈折領域13をインジウム(In)を含む窒化物半導体のエピタキシャル成長で形成すると、下側のバッファ領域12に対する格子歪を緩和する作用が生じ、転位屈折領域13の中にインジウム(In)の不均一分布が生じ、多数の平均の高さが約80nmの多数の六角錐状の突出部16が転位屈折領域13の表面に生じる。従って、転位屈折領域13の表面の平坦性はバッファ領域12の表面の平坦性よりも悪い。六角錐状突出部16の傾斜側面16aは転位15’の屈折部として機能する。即ち、転位屈折領域13において基板11の主面11sに対して垂直方向に延びている転位15’は突出部16の傾斜側面16aで基板11の主面11sに平行な方向に屈折される。

【0015】

次に、反応室に対するTMG、TMI、及びSiH₄の供給を止めて1100℃まで昇温する。この後、TMGを50μmol/min(15cc)、シラン(SiH₄)を20nmol/min(200cc)、アンモニアを0.14mol/min(3リットル)の割合で反応室に例えば540秒間流して、0.2μmの厚みのGaNからなる表面平坦化領域14を設ける。シランのシリコンはn型不純物として機能し、n型の平坦化領域14が得られる。多数の突出部16を有する転位屈折領域13にインジウム(In)を含まない例えばGaNから成る窒化物半導体をOMVPE法でエピタキシャル成長させると、窒化物半導体は突出部16の傾斜側面16aから横方向即ち基板11の主面11sに平行な方向の成分を有するように成長する。このため、突出部16の相互間の凹部が窒化物半導体で埋められて平坦化領域14の表面14sの平坦性が転位屈折領域13の表面の平坦性よりも良くなる。また、平坦化領域14において、転位17が突出部16の傾斜側面16aから横方向に延びて隣りの突出部16から延びて来た転位と接触して終端する。この平坦化領域14において、横方向に延びる転位17から垂直方向に延びる転位18が発生するが、この垂直方向に延びる転位18の密度はバッファ領域12及び転位屈折領域13の転位密度よりも大幅に小さい。従って、平坦化領域14の表面14sを含む表面部分の転位密度は転位屈折領域13

の転位密度よりも大幅に小さい。

【0016】

平坦化領域14の表面14s上に、発光ダイオード(LED)を形成する時には、周知の活性層、p型クラッド層、コンタクト層等を順次にOMVPE法によって形成する。また、HEMT等の制御可能な半導体素子を形成する時には、例えばAlGaNから成る電子供給層を形成する。LED及び制御可能な半導体素子等のための窒化物半導体領域は、転位密度の小さい平坦化領域14の上に形成されるので、半導体素子のための窒化物半導体領域の転位密度も小さくなり、特性の良いLED及び制御可能な半導体素子を提供することができる。

なお、半導体基体10の平坦化領域14をLEDのn型クラッド層又は制御可能な半導体素子のn型半導体領域として使用することができる。

【0017】

【第2の実施形態】

次に、図3に示す第2の実施形態に従う半導体基体10a及びこれを使用したLEDを説明する。但し、図3において図2と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0018】

図3における半導体基体10aのバッファ領域12aを除く、シリコン基板11、転位屈折領域13及び平坦化領域14は図2のこれ等と同一構成を有し且つ同一の方法で製作されている。バッファ領域12aは、第1及び第2の層21、22から成る。第1の層21は、アルミニウムを含む窒化物、例えばAlNから成り、図2のバッファ領域12と同一構成を有し且つ同一の方法で形成されている。第2の層22は、ガリウムを含む窒化物、例えば第1の層21の上にGaNをエピタキシャル成長させたものである。第2の層22は、平坦化領域14の形成と同様に、反応室にTMGとシラン(SiH_4)とアンモニアを供給して周知のOMVPE法でGaNをエピタキシャル成長させることによって得る。第1の層21はAlNに限ることなく、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成る窒化物とすることができる。また、第2の層22は、GaNに限ることなく、例えば $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 < y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成る

窒化物とすることができる。第2の層22はインジウムを含まないので、インジウムを含む転位屈折領域13よりも平坦性が良い表面を有する。第1及び第2の層21、22から成るバッファ領域12a及びこの上に形成された転位屈折領域13には、図2のバッファ領域12と転位屈折領域13と同様な形態及び密度で転位15、15'が生じる。転位屈折領域13は図2と同様に多数の突出部16を有するので、転位屈折領域13の上の平坦化領域14の転位18の密度は転位屈折領域13のそれよりも小さくなる。

【0019】

LEDのn型クラッド層として機能する平坦化領域14の上に、半導体素子用領域23として周知の多重量子井戸構造の活性層24と周知のp型Ga_{0.98}Nから成るpクラッド層25とが形成されている。図3では図示を簡略化するために平坦化領域14の上に配置された多重量子井戸構造の活性層24が1つの層で示されているが、実際には、複数の障壁層と複数の井戸層とから成り、障壁層と井戸層とが交互に4回繰返して配置されている。この活性層24を形成する時には、表面平坦化領域14の形成後に、反応室へのガスの供給を停止して基板11の温度を800℃まで下げ、しかる後、TMGとTMIとアンモニアとを反応室に所定の割合で供給し、例えばIn_{0.02}Ga_{0.98}Nから成り且つ厚み13nmを有している障壁層を形成し、次に、TMIの割合を変えて例えばIn_{0.2}Ga_{0.8}Nから成り且つ例えば厚み3nmを有している井戸層を形成する。この障壁層及び井戸層の形成を例えば4回繰返すことによって多重量子井戸構造の活性層24が得られる。活性層24には平坦化領域14の転位18を引き継いだ転位26が発生する。しかし、平坦化領域14の転位密度の低減化が図られているので活性層24の転位26の密度も小さい。

【0020】

活性層24の上に配置されたp型Ga_{0.98}Nから成るpクラッド層25は、例えば200nmの厚みを有し、活性層24の形成後に基板11の温度を例えば1010℃まで上げ、TMGとビスシクロペンタジェニルマグネシウム(Cp₂Mg)とアンモニアとを反応室に供給することによって形成される。なお、Cp₂Mgガスで供給されるMgはp型不純物として機能する。pクラッド層25には活性

層 2 4 の転位 2 6 を引き継いだ転位 2 7 が生じるが、転位 2 7 の密度は活性層 2 4 の場合と同様に低い。

【 0 0 2 1 】

L E D を構成する半導体素子領域 2 3 及び基板 1 0 a に電流を流すために、一方の電極 2 8 が p クラッド層 2 5 に接続され、基板 1 1 に他方の電極 2 9 が接続されている。なお、一方の電極 2 8 を接続するために p クラッド層 2 5 の上にコンタクト用の p 型半導体層を追加して設けることができる。

【 0 0 2 2 】

上述から明らかなように、図 3 の L E D の n クラッド層として機能する平坦化領域 1 4 、活性層 2 4 、 p クラッド層 2 5 の転位密度が低減するので、非発光再結合中心が少なくなり、発光効率が向上する。

【 0 0 2 3 】

【第 3 の実施形態】

図 4 に示す第 3 の実施形態に従う L E D は、図 3 の第 2 の実施形態のバッファ領域 1 2 a を変形したバッファ領域 1 2 b を設け、この他は図 3 と同一に構成したものである。

【 0 0 2 4 】

図 4 の半導体基板 1 0 b に含まれている基板 1 1 と転位屈折領域 1 3 との間のバッファ領域 1 2 b は、第 1 及び第 2 のバッファ領域 2 1 a , 2 2 ' の組合せから成る。第 1 のバッファ領域 2 1 a は図 3 の第 2 の実施形態の単層構造の第 1 の層 2 1 の代りに設けたものであり、A l N から成る複数の第 1 の層 3 1 と G a N から成る複数の第 2 の層 3 2 から成る。第 1 及び第 2 の層 3 1 、 3 2 は交互に配置されている。図 4 には、図面を簡単にするために第 1 及び第 2 の層 3 1 、 3 2 がそれぞれ 4 個のみ示されているが、実際には、第 1 及び第 2 の層 3 1 、 3 2 の組み合わせが 2 0 回繰返して配置されている。第 1 及び第 2 の層 3 1 、 3 2 には n 型導電型決定不純物としてのシリコン (S i) がドーピングされている。

【 0 0 2 5 】

バッファ領域 1 2 b の多層構造の第 1 のバッファ領域 2 1 a を形成する時には、シリコン基板 1 1 を O M V P E 装置に投入し、第 1 の実施形態と同様に表面の

酸化膜を除去する処理を施した後に、基板 11 の温度を 1100°C とし、反応室に TMA (トリメチルアルミニウム) を $50\mu\text{mol}/\text{min}$ (20cc) とシラン (SiH_4) を $20\text{nmol}/\text{min}$ (200cc) とアンモニアを $0.14\text{mol}/\text{min}$ (3 リットル) 流して、厚さ 5nm の AlN から成る第 1 の層 31 をエピタキシャル成長させる。その後、TMA の供給を止め、シランとアンモニアの供給は継続し、これ等と共に TMG を $50\mu\text{mol}/\text{min}$ (15cc) の割合で流して厚さ 25nm の GaN から成る第 2 の層 32 をエピタキシャル成長させる。第 1 及び第 2 の層 31、32 の形成工程を 20 回繰返して多層構造の第 1 のバッファ領域 21a を得る。

【0026】

図 4 のバッファ領域 12b の第 2 のバッファ領域 22' は、図 3 の第 2 の層 2 と同様に形成される。図 4 のバッファ層 12b においても転位 15 が図 3 の場合と同様に生じるが、転位屈折領域 13 の働きによって平坦化領域 14 及び半導体素子領域 23 の転位密度が小さくなる。透過型電子顕微鏡によって図 4 の活性層 24 を横切る転位の密度を調べたところ、 $9 \times 10^9/\text{cm}^2$ であった。比較のために、図 4 から転位屈折領域 13 を省いたものを作り、この活性層を横切る転位の密度を調べたところ、 $5 \times 10^{10}/\text{cm}^2$ であった。この結果から明らかにように転位屈折領域 13 を設けると、単位面積当りの転位の数が約 $1/5$ になる。

また、図 4 の LED の対の電極 28、29 間に 20mA を流した時の発光出力を測定したところ 9.5mW であった。比較のために図 4 から転位屈折領域 13 を省いた LED を作り、本発明に従う LED と同様な方法で発光出力を測定したところ、 3.2mW であった。従って、本発明に従う LED によれば、従来の約 3 倍の発光出力を得ることができる。

【0027】

図 4 の多層構造の第 1 のバッファ 21a における AlN から成る第 1 の層 31 の格子定数は基板 11 のシリコンと GaN との間の値を有するので、AlN から成る第 1 の層 31 は、シリコン基板 11 の結晶方位を GaN よりも良好に引き継ぐことができる。しかし、もし比較的厚い AlN のみでバッファ層を形成すると

、バッファ層の抵抗が大きくなる。また、比較的薄いAlNのみでバッファ層を形成すると、十分なバッファ機能が得られない。これに対し、本実施形態では、バッファ領域12bの第1のバッファ領域21aをAlNから成る第1の層31とGaNから成る第2の層32との多層構造とし、AlNから成る第1の層31が量子力学的なトンネル効果の生じる厚さに形成されているので、抵抗の小さいバッファ領域12bを良好に得ることができる。

【0028】

【第4の実施形態】

図5に示す第4の実施形態に従うHEMT構成のヘテロ接合電界効果トランジスタは、図2と実質的に同一構成の半導体基体10の上にヘテロ接合電界効果トランジスタのための半導体素子領域23aを形成したものである。半導体素子領域23aは、例えばn型不純物がドーピングされたAlGaNから成る電子供給層41と、不純物がドーピングされていないショットキ形成層42と、ソースコンタクト層43aと、ドレインコンタクト層43bとから成る。

【0029】

電子供給層41は、平坦化領域14の形成後に、反応室にTMGを $3.3\mu\text{mol}/\text{min}$ (10cc)、TMAを $12.5\mu\text{mol}/\text{min}$ (5cc)、シラン(SiH_4)を $20\text{nmol}/\text{min}$ (200cc)、アンモニアを $0.14\text{mol}/\text{min}$ (3リットル)を供給し、例えば厚さ30nmの $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ をエピタキシャル成長させることによって得る。n型不純物としてのシリコンを含む電子供給層41とこの下の平坦化領域14とはヘテロ接合であるので、両者の界面HJ及びこの近傍に2次元電子ガス層(電流チャネル)が生じる。

【0030】

電子供給層41の上には不純物を含まないショットキ形成層42がエピタキシャル成長法で形成され、このショットキ形成層42の上にはソースコンタクト層43aとドレインコンタクト層43bとがエピタキシャル成長法で形成されている。ソースコンタクト層43aにはソース電極44が接続され、ドレインコンタクト層43bにはドレイン電極45が接続され、ショットキ形成層42にはゲート電極46がショットキ接触している。上述の2次元電子ガス層は、ドレイン電

極 45 とソース電極 44 との間を流れる電流の通路（チャネル）として機能し、これがゲート電極 46 で制御される。

【0031】

図5のヘテロ接合電界効果トランジスタにおける半導体素子領域 23a にも平坦化領域 14 の転位 18 を引き継いだ転位 47 が生じるが、平坦化領域 14 の転位 18 の密度が低いので、半導体素子領域 23a の転位 47 の密度も低くなる。半導体素子領域 23a において転位が少ないと、転位に捕獲された電子によるキャリアの散乱を低減することができ、移動度を向上させることができる。

【0032】

【第5の実施形態】

図6は第5の実施形態に従うヘテロ接合電界効果トランジスタを示す。このヘテロ接合電界効果トランジスタは、図5のヘテロ接合電界効果トランジスタを変形したものであるので、図6において図5と共通する部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0033】

図6のヘテロ接合電界効果トランジスタは、変形された半導体基体 10c と半導体素子領域 23b とを有する。変形された半導体基体 10c は図5の半導体基体 10 と実質的に同一の機能を有する部分であり、シリコン基板 11 とバッファ領域 12c と転位屈折領域 13a と平坦化領域 14a とから成る。なお、半導体素子領域 23b に含まれている GaN 半導体領域 50 を平坦化領域の一部と呼ぶことも出来る。

【0034】

図6において図2～図5と同一構成のシリコン基板 11 の上に配置されたバッファ領域 12c は AlN から成る複数の第1の層 51 と GaN から成る複数の第2の層 52 とが交互に積層された多層構造のバッファである。図6では図示を簡略化するために第1及び第2の層 51、52 がそれぞれ4層のみ示されているが、実際にはそれぞれ10層設けられている。図6のバッファ領域 12c の第1及び第2の層 51、52 は、図4のバッファ領域 12b の多層構造の第1のバッファ領域 21a の AlN から成る第1の層 31 と GaN から成る第2の層 32 と同一の方

法で形成される。図6の第1及び第2の層51、52と図4の第1及び第2の層31、32との相違点は、層数のみである。図4では第1及び第2の層31、32が20回繰返して形成されているのに対し、図6では、AlNから成る第1の層51とGaNから成る第2の層52とが10回繰返して形成されている。

図6のバッファ領域12cには、図4の第2の層22に相当するものが含まれていない。

【0035】

図6においてInを含まないバッファ領域12cの上にInを含む窒化物半導体から成る転位屈折領域13aが配置されている。この転位屈折領域13aは、複数の第1及び第2の層61、62を交互に配置した多層構成領域である。転位屈折領域13aの第1の層61は、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで、 x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成る例えば $\text{In}_{0.01}\text{Ga}_{0.99}\text{N}$ であり、第2層の62は、 $\text{In}_a\text{Ga}_{1-a}\text{N}$ 、ここで、 a は $0 < a < 1$ 、 $x < a$ を満足する数値、から成る例えば $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ である。

【0036】

転位屈折領域13aを形成する時には、OMVPE装置によりバッファ領域12cの形成工程の後に、反応室に対するアンモニア(NH_3)以外の成長原料の供給を止め、基板11の温度を 800°C まで下げ、しかる後、アンモニアと共に、TMIとTMGとシランとを所望の割合で供給して例えば $\text{In}_{0.01}\text{Ga}_{0.99}\text{N}$ を例えば厚さ13nmだけエピタキシャル成長させて第1の層61を得る。次に、TMIの割合を大きくして例えば $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ を例えば厚さ3nmだけエピタキシャル成長させて第2の層62を得る。第5の実施形態では、第1及び第2の層61、62の形成工程が10回繰返される。

図6の転位屈折領域13aの第1及び第2の層61、62のいずれにもInが含まれているので、第1の実施形態の転位屈折領域13と同様に多数の突出部16が転位屈折領域13aの表面に生じる。なお、図6では図示を簡単にするために転位屈折領域13aの第1及び第2の層61、62の全てが基板11の主面11aに対して平行に示されているが、第1及び第2の層61、62の一部が断面形状において波状に形成され、この波状部分によって突出部16が形成される。

【0037】

転位屈折領域 13a の第 1 の層 61 は障壁層と呼ぶことができるものであり、第 2 の層 62 は井戸層と呼ぶこともできるものである。また、転位屈折領域 13a は導電型決定不純物としてシリコンを含んでいるので、導電性を有する。

【0038】

図 6 の転位屈折領域 13a の上に配置された平坦化領域 14a は複数の第 1 の層 71 と複数の第 2 の層 72 との多層構造を有する。図 6 では、第 1 及び第 2 の層 71、72 がそれぞれ 2 つ示されているが、実際には第 1 及び第 2 の層 71、72 はそれぞれ 10 層であり、交互に配置されている。

【0039】

平坦化領域 14a の第 1 の層 71 は、例えば $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 、ここで x は $0 < x < 1$ を満足する数値、から成るアルミニウムを含む窒化物で形成され、この実施形態では厚さ 5 nm の AlN から成る。第 2 の層 72 は、例えば $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 、ここで y は $0 \leq y < 1$ 、 $y < x$ を満足する数値、から成るガリウムを含む窒化物で形成され、この実施形態では厚さ 25 nm の GaN から成る。図 6 では転位屈折領域 13a と平坦化領域 14a との区別を明確にするために平坦化領域 14a の第 1 及び第 2 の層 71、72 がほぼ同じ厚みに示されているが、図 6 のバッファ領域 12c の第 1、第 2 の層 51、52 と同様に互いに異なる厚さを有する。平坦化領域 14a の第 1 及び第 2 の層 71、72 はバッファ領域 12c の第 1 及び第 2 の層 51、52 と同一物質から成るので、これ等と同一の方法で形成される。平坦化領域 14a は In を含まない窒化物から成るので、この表面は転位屈折領域 13a のような突出部 16 を有さず、転位屈折領域 13a よりもよい平坦性を有する。平坦化領域 14a を形成すると、転位屈折領域 13a の転位の延びる方向が突出部 16 の傾斜側面 16a で屈折し、図 2 の場合と同様に平坦化領域 14a によって垂直方向に延びる転位 18 は少なくなる。

【0040】

図 6 の半導体素子領域 23b は GaN 半導体領域 50 と電子供給層 41 とショットキ形成層 42 とソースコンタクト層 43a とドレインコンタクト層 43b とから成り、 GaN 半導体領域 50 以外は図 5 と同一に構成されている。既に説明

したように、GaN半導体領域50を平坦化領域14aの1部と呼ぶことができる。この場合には、半導体素子領域23bからGaN半導体領域50が除外される。

【0041】

図6のInを含まない窒化物から成る平坦化領域14aの上に配置されているGaN半導体層50は、図2の平坦化領域14のGaN層と同一の方法で形成される。図6の実施形態のGaN半導体領域50は約300nmの厚さを有する。図6において2次元電子ガスによるチャネルは電子供給層41とGaN半導体層50とのヘテロ界面HJ及びこの近傍に生じる。

【0042】

図6においても転位屈折領域13aの働きによって平坦化領域14a及び半導体素子領域23bの転位密度がバッファ領域12cの転移密度よりも大幅に小さくなり、図5の第4の実施形態と同様な効果を得ることができる。即ち、図6の構成のヘテロ接合電界効果トランジスタのキャリアの移動度は約 $1200\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ であり、図6から転位屈折領域13aを省いた構造のヘテロ接合電界効果トランジスタの移動度は $800\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ である。従って、この実施形態により移動度が約1.5倍上昇した。

また、図6の第5の実施形態のバッファ領域12cは図4の第3の実施形態のバッファ領域12bと同様な多層構造を有するので、図4の第3の実施形態と同様に良好なバッファ機能を提供できる。

また、図6においては、転位屈折領域13aがInの比率が異なる複数の第1及び第2の層61、62の多層構造となっているので、突出部16の分布密度を高めることができ、図5の単一層の場合よりも半導体素子領域23aにおける転移密度の低減効果が大きくなる。

また、平坦化領域14aがAlNから成る第1の層71とGaNから成る第2の層72との多層構造を有するので、平坦化作用が図5の単一層構造よりも大きくなる。

【0043】

【変形例】

本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、例えば、次の変形が可能

なものである。

(1) 図3のLEDの半導体基体10aの代りに、図6の半導体基体10cを使用することができる。

(2) 図5のヘテロ接合電界効果トランジスタの半導体基体10の代りに図4の半導体基体10bを使用することができる。

(3) LED及びヘテロ接合トランジスタ等の半導体装置のための半導体基体として、図2、図3、図4及び図5の半導体基体10、10a、10bの転位屈折領域13を図6の転位屈折領域13aと同様な多層構造に形成することができる。

(4) 図2、図3、図4及び図5の半導体基体10、10a、10bにおいて、平坦化領域14を図6の平坦化領域14aと同様に多層構造に形成することができる。

(5) 図4のバッファ領域12bの多層構造の第1のバッファ領域21a、図6の多層構造のバッファ領域12c、多層構造の転位屈折領域13a、多層構造の平坦化領域14aに更に別の層を介在させて3層又は3層以上の繰返し構成にすることができる。

(6) 半導体基体10、10a、10b、10cのそれぞれの領域に導電型決定不純物をドーピングして半導体基体10、10a、10b、10cに導電性を与えることが望ましいが、導電性が要求されていない時には導電型決定不純物をドーピングしなくてもよい。

(7) 図3及び図4には半導体素子としてLEDが形成され、図5及び図6には半導体素子としてHEMT構造のヘテロ接合電界効果トランジスタが形成されているが、これに限ることなく、周知のメタル・セミコンダクタ電界効果トランジスタ(MESFET)等のヘテロ接合電界効果トランジスタ、又はヘテロ接合バイポーラトランジスタ、絶縁ゲート電界効果トランジスタ等の半導体素子を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の半導体基板を示す断面図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に従う半導体基体を概略的に示す断面図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施形態に従う L E D を概略的に示す断面図である。

【図 4】

本発明の第 3 の実施形態に従う L E D を概略的に示す断面図である。

【図 5】

本発明の第 4 の実施形態に従うヘテロ接合電界効果トランジスタを概略的に示す断面図である。

【図 6】

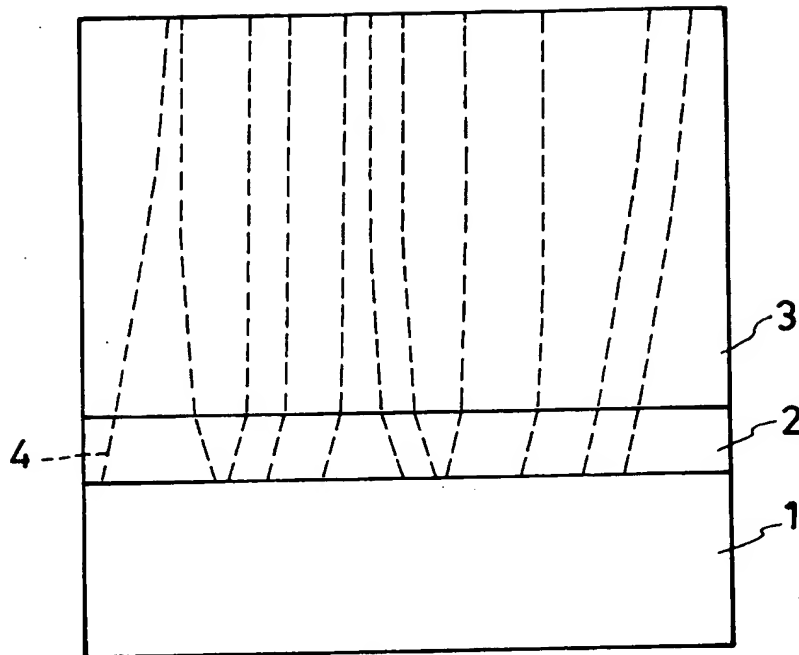
本発明の第 5 の実施形態に従うヘテロ接合電界効果トランジスタを概略的に示す断面図である。

【符号の説明】

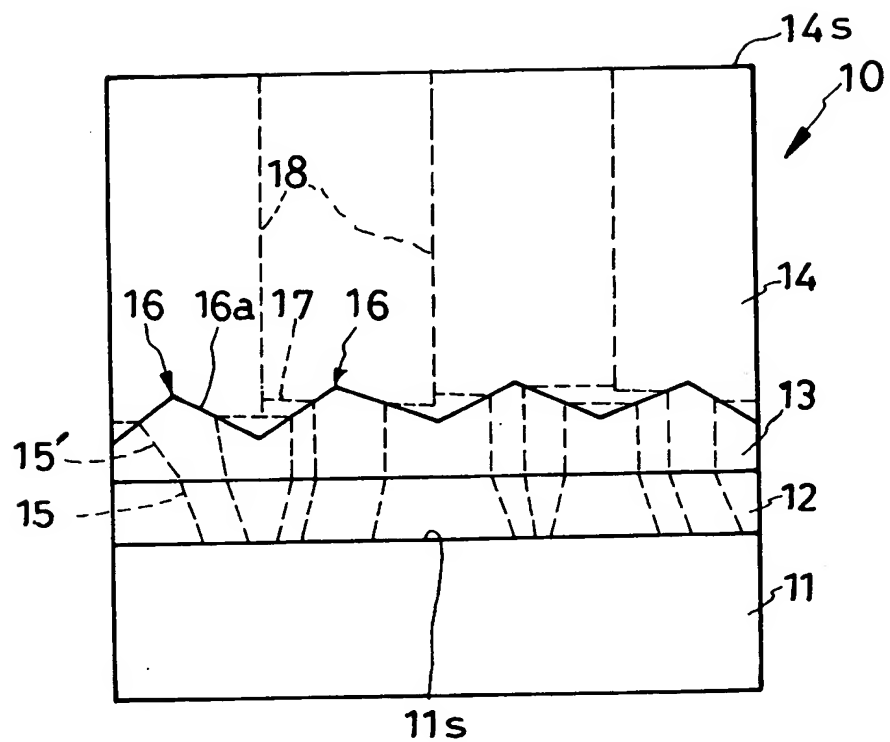
- 1 1 シリコン基板
- 1 2、1 2 a、1 2 b、1 2 c バッファ領域
- 1 3、1 3 a 転位屈折領域
- 1 4、1 4 a 平坦化領域
- 2 3、2 3 a、2 3 b 半導体素子領域

【書類名】 図面

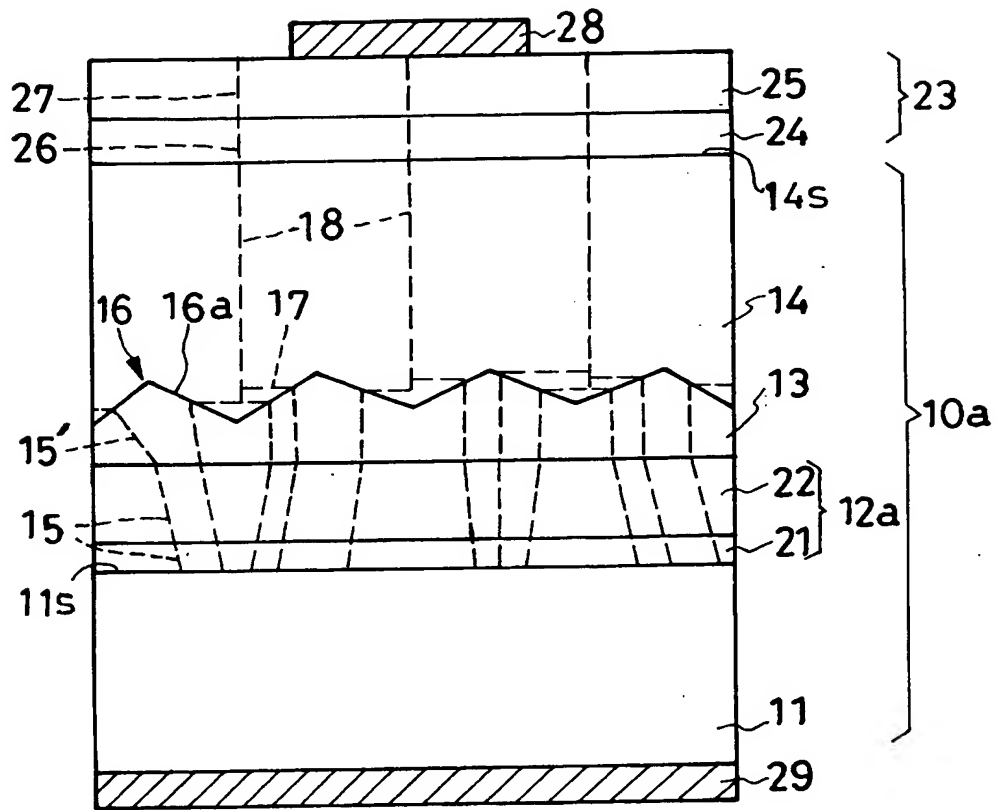
【図 1】



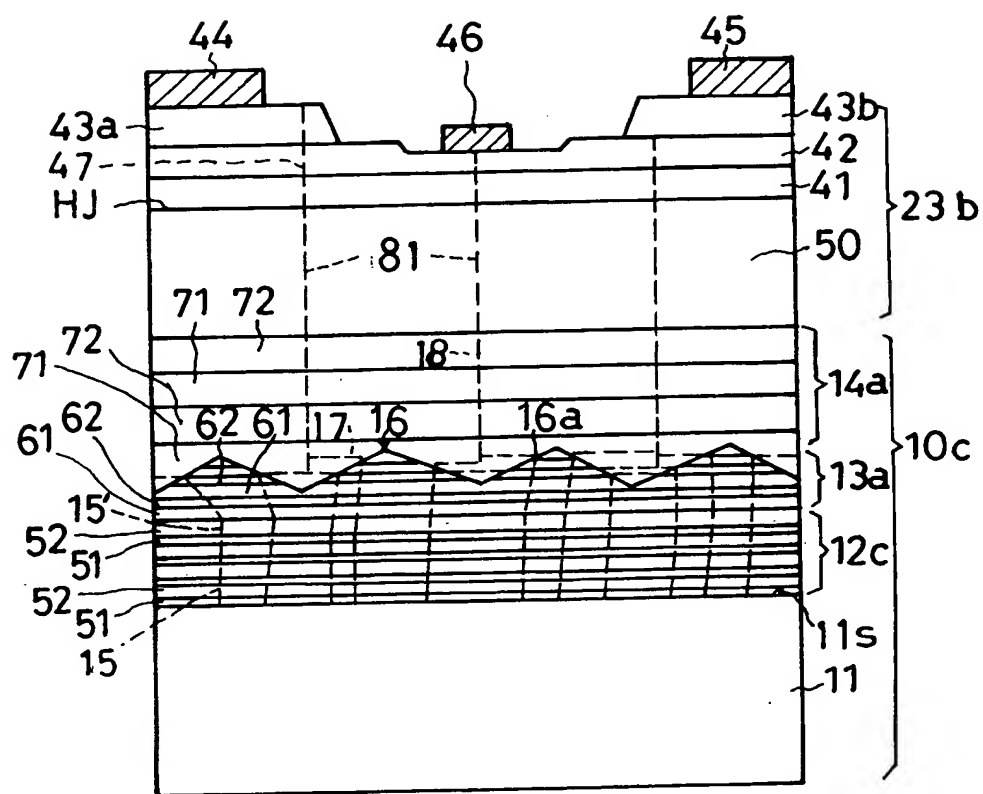
【図 2】



【図 3】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 L E D、ヘテロ接合トランジスタ等の半導体装置のための転移密度の小さい化合物半導体基体を形成することが困難であった。

【解決手段】 化合物半導体基体 1 0 を、シリコン基板 1 1 を用意する工程と、前記基板 1 1 の表面上に前記基板と異なる材料をエピタキシャル成長させて転位を含むバッファ領域 1 2 を得る工程と、前記バッファ領域 1 2 の表面上に前記バッファ領域と異なる材料をエピタキシャル成長させ、前記バッファ領域の表面よりも平坦性の悪い表面を有し且つその表面に転位の延びる方向を屈折させることができる多数の突出部 1 6 を有している転位屈折領域 1 3 を得る工程と、前記転位屈折領域の表面上に前記転位屈折領域と異なる窒化物をエピタキシャル成長させ、前記転位屈折領域の表面よりも平坦性が良く且つ前記転位屈折領域よりも転位密度が小さい平坦化領域 1 4 を得る工程で製造する。

【選択図】 図 2

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成16年 2月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2003-143328
【補正をする者】
 【識別番号】 000106276
 【氏名又は名称】 サンケン電気株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100072154
 【住所又は居所】 東京都新宿区百人町 2 - 5 - 8 科研ビル
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高野 則次
 【電話番号】 03-3362-0032
【手続補正1】
 【補正対象書類名】 特許願
 【補正対象項目名】 発明者
 【補正方法】 変更
 【補正の内容】
 【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内
 【氏名】 大塚 康二
 【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内
 【氏名】 佐藤 純治
 【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内
 【氏名】 空 哲次
 【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内
 【氏名】 佐藤 雅裕
【提出物件の目録】
 【物件名】 宣誓書 1
 【物件名】 理由書 1

【物件名】

宣誓書

【添付書類】



宣誓書

下記の特許出願に係る発明の真の発明者は「大塚 康二」、「佐藤 純治」、「
「**空 哲次**」、及び「佐藤 雅裕」であり、「田嶋 未来雄」は下記の特許出
願の真の発明者ではないことを宣誓します。

平成16年1月30日

住所又は居所 埼玉県新座市北野三丁目6番3号
サンケン電気株式会社内

氏 名 大塚 康二



住所又は居所 埼玉県新座市北野三丁目6番3号
サンケン電気株式会社内

氏 名 佐藤 純治



住所又は居所 埼玉県新座市北野三丁目6番3号
サンケン電気株式会社内

氏 名 **空 哲次**



住所又は居所 埼玉県新座市北野三丁目6番3号
サンケン電気株式会社内

氏 名 佐藤 雅裕



住所又は居所 埼玉県新座市北野三丁目6番3号
サンケン電気株式会社内

氏 名 田嶋 未来雄





記

1. 特許出願番号 特願 2003-143328
2. 発明の名称 半導体基体及びこの製造方法

【物件名】

理由書

1

【書類名】 理由書 【添付書類】
【提出日】 平成 16 年 2 月 2 日 
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願 2003-143328
【提出をする者】
【識別番号】 000106276
【氏名又は名称】 サンケン電気株式会社
【代理人】
【識別番号】 100072154
【住所又は居所】 東京都新宿区百人町 2-5-8 科研ビル
【弁理士】 
【氏名又は名称】 高野 則次
【電話番号】 03-3362-0032

【理由】

出願人から代理人への連絡の誤りにより、出願時の願書の発明者の欄に真の発明者でない「田嶋 未来雄」が記載されました。

別紙宣誓書に示すように「田嶋 未来雄」は本願発明の真の発明者でないので願書の発明者の欄から「田嶋 未来雄」を削除して戴いたくお願い申し上げます。

1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 4 3 3 2 8
受付番号	2 0 4 0 0 2 1 0 0 0 4
書類名	手続補正書
担当官	関 浩次 7 4 7 5
作成日	平成 1 6 年 3 月 2 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出された物件の記事】

【提出物件名】 宣誓書 1

【提出物件名】 理由書 1

特願 2 0 0 3 - 1 4 3 3 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 0 6 2 7 6]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号
氏 名	サンケン電気株式会社